Deutscher Bundestag
7. Wahlperiode

Drucksache 7/4706

05. 02. 76

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Bericht der Bundesregierung über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung" im Jahre 1974

Einleitung

Aufgrund der Auswirkungen der Kernwaffenversuche in der Atmosphäre in den Jahren 1945 bis 1962 ersuchte der Deutsche Bundestag am 22. Mai 1962 (Drucksache IV/281) die Bundesregierung um einen jährlichen Bericht über die Lage auf dem Gebiet der Umweltradioaktivität. Im Vordergrund standen die Erfassung und Beurteilung des Beitrages der Kernwaffenversuche in der Atmosphäre zur Strahlenexposition der Bevölkerung. Diese wird jedoch im wesentlichen durch die natürliche Radioaktivität und durch die medizinische Anwendung ionisierender Strahlung bestimmt. In die vorhergehenden Berichte wurden daher auch diese Beiträge zur Strahlenexposition der Bevölkerung aufgenommen.

Der Deutsche Bundestag hat am 14. März 1975 die Bundesregierung ersucht, jährlich einen Bericht über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung" vorzulegen, der nicht wie der bisherige jährliche Bericht der Bundesregierung über die Umweltradioaktivität primär Aussagen über die Auswirkungen der Kernwaffenversuche enthält, sondern — neben der natürlichen Strahlenexposition — umfassender auch auf die künstliche Strahlenexposition aus kerntechnischen Anlagen, aus der Verwendung von radioaktiven Stoffen und ionisierenden Strahlungen in Forschung und Technik, aus beruflicher Tätigkeit, aus medizinischer Anwendung und aus Strahlenunfällen und besonderen Vorkommnissen eingeht. Gegenüber der bisherigen Berichterstattung werden in dem hier vorgelegten Bericht für 1974 zusätzlich Mittel- und Höchstwerte der künstlichen Strahlenexposition der Bevölkerung aus kerntechnischen Anlagen angegeben.

Die Ermittlung der gesamten Strahlenexposition der Bevölkerung erfolgt durch eine Vielzahl von Messungen, Erhebungen und Berechnungsverfahren. Hierbei ist es international üblich, bei Berechnungen vor allem auf die Empfehlungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz (ICRP) und des Wissenschaftlichen Komitees der Vereinten Nationen über die Wirkungen der Atomstrahlen (UNSCEAR) zurückzugreifen.

Im Vordergrund steht wegen der möglichen Schädigung der Erbsubstanz durch ionisierende Strahlung die Ermittlung der Keimdrüsendosis der Bevölkerung. Um das Risiko somatischer Spätschäden von Personen beurteilen zu können, enthält der vorgelegte Bericht auch Angaben über die Strahlenexposition der am höchsten belasteten Körperorgane. Eine Zusammenstellung der mittleren genetischen Strahlenexposition des Menschen aus den verschiedenen Strahlenquellen wird in *Tabelle 1* gegeben.

I. Natürliche Strahlenexposition

Der Mensch und seine Umwelt sind seit jeher einer natürlichen Strahlenexposition ausgesetzt. Man unterscheidet dabei zwischen der Strahlenexposition durch die kosmische und durch die terrestrische Komponente der natürlichen Strahlung sowie zwischen der Strahlenexposition von außen und der Strahlenexposition durch Aufnahme (Inkorporation) radioaktiver Stoffe in den Körper.

Die kosmische Komponente der Strahlenexposition ist von der geomagnetischen Breite und der Höhe über dem Meeresspiegel abhängig und beträgt in der Bundesrepublik Deutschland im Mittel etwa

Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei, 53 Bonn 1
Alleinvertrieb: Verlag Dr. Hans Heger, 53 Bonn-Bad Godesberg 1, Postfach 821, Goethestraße 56, Telefon (0 22 21) 36 35 51

30 Millirem/Jahr. Bei dauerndem Aufenthalt in 1000 m Höhe über dem Meeresspiegel beträgt die jährliche äußere Strahlenexposition durch kosmische Strahlung etwa 40 Millirem *). Die kosmische Strahlung erzeugt in der hohen Atmosphäre auch Radionuklide wie Tritium und Kohlenstoff-14.

Die terrestrische Komponente der natürlichen Strahlenexposition ist auf den Uran/Radium- und Thorium-Gehalt mit ihren Folgeprodukten und den Kalium-Gehalt der Umwelt zurückzuführen. Sie schwankt im Freien je nach geologischem Untergrund der Bodenbeschaffenheit, in Gebäuden je nach dem Gehalt natürlich radioaktiver Stoffe in den verwendeten Baumaterialien. Diese Komponente der natürlichen Strahlenexposition wurde in den letzten Jahren im Rahmen eines vom Bundesminister des Innern geförderten Forschungsvorhabens genauer untersucht. Danach beträgt sie im Freien und in den Wohnungen 20 bis 360 Millirem/ Jahr (Mittelwert im Freien 52 Millirem/Jahr, Mittelwert in Wohnungen 70 Millirem/Jahr). In einzelnen Wohnungen wurden sogar Maximalwerte bis zu 500 Millirem/Jahr ermittelt. Die Ergebnisse der Erhebungsmessungen über die Schwankungsbreite der terrestrischen Komponente der natürlichen Strahlenexposition von außen sind in *Tabellen 2 und 3* dargestellt.

Die Strahlenexposition durch inkorporierte natürliche radioaktive Stoffe beträgt im Mittel etwa 20 Millirem/Jahr. Sie ist zu mehr als 90 % auf den Kaliumgehalt im menschlichen Körper zurückzuführen. Kalium wird vor allem in Weichteilen, insbesondere im Muskelgewebe, gespeichert.

II. Künstliche Strahlenexposition

1 Kerntechnische Anlagen

1.1 Allgemeines

Aufgrund einer von Anfang an restriktiven Auslegung der auf internationalen Empfehlungen beruhenden Strahlenschutzvorschriften und entsprechender technischer Maßnahmen in den kerntechnischen Anlagen tragen die betrieblichen Abgaben radioaktiver Stoffe in Abluft und Abwasser nur zu einem sehr geringen Maße zur Strahlenexposition der Bevölkerung bei. Durch ständige Messung der Aktivitätsabgaben in Abluft und Abwasser wird außerdem die Wirksamkeit dieser Maßnahmen nachgewiesen. Zusätzlich werden zur Beweissicherung und im Hinblick auf die Möglichkeit störfallbedingter Freisetzung vorsorgliche Überwachungsmaßnahmen in der Umgebung der kerntechnischen Anlagen durchgeführt.

Eine Übersicht über die 1974 in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke der Bundesrepublik Deutschland ist in der *Tabelle 4* gegeben. Hinsichtlich der betrieblichen Abgaben radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen sind daneben die Kernforschungszentren Karlsruhe und Jülich von Bedeutung.

1.2 Übersicht über Emissionsdaten und berechnete Strahlenexpositionswerte bei kerntechnischen Anlagen im Jahre 1974

Auf der Basis von Erhebungen und Untersuchungen durch das Bundesgesundheitsamt bei den kerntechnischen Anlagen und von Angaben in den Jahresberichten der Kernforschungszentren Karlsruhe und Jülich wurde für das Berichtsjahr die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe in Abluft und Abwasser der einzelnen Anlagen sowie die Nuklidzusammensetzung erfaßt und veröffentlicht.

Eine Übersicht über die Jahresabgabe radioaktiver Stoffe in Abluft und Abwasser aus Kernkraftwerken, Kernforschungszentren und Forschungsreaktoren im Jahre 1974 geben *Tabellen 5 und 6*.

Während die Kernforschungszentren schon bisher in ihren Jahresberichten über die Strahlenexposition in ihrer Umgebung berichtet haben, sind nach vorhergehenden Studien bei einzelnen Anlagen für alle 1974 in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke nunmehr entsprechende Rechnungen durchgeführt worden. Sie erfolgen mit vom Bundesgesundheitsamt entwickelten Rechenprogrammen unter Anwendung von entsprechenden Rechenmodellen. Diese Berechnungen wurden allgemein auf der Basis konservativer Annahmen bei den einzelnen Belastungswegen, die die Unsicherheiten derartiger Berechnungsverfahren infolge der Verwendung vereinfachter Belastungsmodelle abdecken, durchgeführt.

Eine Übersicht über die berechneten Höchstwerte der Strahlenexposition von Personen und die berechneter Mittelwerte der Strahlenexposition für Personengruppen durch die kerntechnischen Anlagen im Jahre 1974 unter Berücksichtigung aller relevanter Belastungswege geben die *Tabellen 7, 8 und 9*.

1.3 Ergebnis

Die in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke, Forschungsreaktoren und sonstigen kerntechnischen Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland haben im Jahre 1974 nur geringfügig zur Strahlenexposition der Bevölkerung beigetragen. Dies gilt sowohl für die Höchstwerte in der Nähe der Standorte als auch für die Mittelwerte und den Gesamtbeitrag zur genetisch signifikanten Dosis. Die höchsten Abgabewerte und daraus berechnete Werte der Strahlenexposition in der Umgebung waren im Kernforschungszentrum Karlsruhe durch die betrieblichen Ableitungen radioaktiver Stoffe in der Abluft der Wiederaufarbeitungsanlage und beim Forschungsreaktor FR 2 zu verzeichnen. Bei den anderen Forschungsreaktoren liegen nur sehr geringe Abgaben

*) 1 Millirem = 0,001 Rem = 0,00001 Joule/kg. Das Joule/kg ist die gesetzliche Einheit der Äquivalentdosis. Daneben werden jedoch noch überwiegend die bis zum 31. Dezember 1977 zugelassenen — Einheiten — Rem (Kurzzeichen: rem) und Millirem (Kurzzeichen: mrem) verwendet.

Zugeleitet mit Schreiben des Bundesministers des Innern vom 2. Februar 1976 — RS II 2 — 515 883/5.

radioaktiver Stoffe vor, so daß sie in die Berechnung der Strahlenexposition nicht eingehen.

Bei den Kernkraftwerken waren die betrieblichen Abgaben radioaktiver Stoffe in Abluft und Abwasser allgemein niedrig. Die berechneten Höchstwerte in der unmittelbaren Umgebung der Kraftwerke sind dementsprechend so niedrig, daß sie kleiner sind als die Schwankungen der natürlichen terrestrischen Strahlenexposition im Freien und in Wohnungen. Hierbei sind auch ökologische Zusammenhänge in der Umwelt berücksichtigt worden, z. B. durch die gesonderte Berechnung der Strahlenexposition der Schilddrüse eines Kleinkindes über die Ernährungsketten. Im einzelnen liegen die errechneten Höchstwerte der Strahlenexposition an den ungünstigen Einwirkungsstellen zumeist im Bereich von Bruchteilen eines Millirem/Jahr bis zu einigen Millirem/Jahr.

Die Summierung aller Beiträge zur Strahlenexposition führt daher zu Werten, die deutlich unter 1 Millirem/Jahr mittlerer Bevölkerungsdosis liegen. Die Ergebnisse der amtlichen Überwachung der Umweltradioaktivität bestätigen diesen Sachverhalt. Soweit in Umweltproben meßtechnisch Gehalte radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen nachweisbar waren, handelt es sich um Mengen, die nicht zu höheren als den oben berechneten Strahlenexpositionen führen (vgl. *Tabellen 7 bis 9*).

2 Verwendung von radioaktiven Stoffen und ionisierenden Strahlen in Forschung und Technik

2.1 Technische Strahlenquellen

In der Technik werden radioaktive Stoffe in Form von umschlossenen radioaktiven Strahlern und Röntgenstrahlen in großem Umfang zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung verwandt. Daneben werden umschlossene radioaktive Strahler in den unterschiedlichsten Stärken für meßtechnische Zwecke sowie in Bestrahlungseinrichtungen eingesetzt. In der Meßtechnik dienen radioaktive Kleinstrahler z. B. zur Füllstands- und Dichtemessung. Intensive Strahlenquellen mit Aktivitäten bis zu mehreren 100 000 Curie werden in Gammabestrahlungsanlagen z. B. für die Sterilisation von medizinischen Bedarfsartikeln und zur Klärschlammhygienisierung verwendet.

Eine genaue Abschätzung des Beitrages dieser Geräte zur Strahlenexposition der Bevölkerung wird erst nach Ablauf der Übergangsfrist für das Anzeige- und Genehmigungsverfahren nach dem Inkrafttreten der Röntgenverordnung möglich sein. Vorläufige Abschätzungen ergeben einen Beitrag zur mittleren Bevölkerungsdosis von 0,2 Millirem/Jahr durch die obengenannten technischen Strahlenquellen.

2.2 Industrieprodukte

Zahlreiche Produkte, die in Forschung und Technik, aber auch im häuslichen Bereich Verwendung finden, enthalten radioaktive Stoffe. Einen Überblick über diese als Kleinquellen bezeichneten Produkte gibt *Tabelle 10*. Hierbei muß unterschieden werden zwischen Gebrauchsgegenständen, die von jedermann ohne besondere Formalitäten erworben und verwendet werden dürfen, und bauartzugelassenen Vorrichtungen, die nach einem vorgeschriebenen Verfahren und mit bestimmten Auflagen erworben und verwendet werden dürfen. Durch entsprechende Genehmigungsvoraussetzungen bei der Herstellung dieser Produkte hat der Gesetzgeber dafür Sorge getragen, daß die Strahlenexposition des einzelnen sowie der Bevölkerung beim Umgang mit diesen Industrieprodukten sehr gering ist. Sie wird auf weniger als ein Millirem/Jahr geschätzt.

2.3 Störstrahler

Störstrahler sind Anlagen, Geräte oder Vorrichtungen, in denen Röntgenstrahlen erzeugt werden, ohne daß sie zu diesem Zweck betrieben werden. Zu den genehmigungspflichtigen Störstrahlern gehören Elektronenmikroskope, Mikrowellenklystrons, Tyratrons, Hochspannungsgleichrichter und spezielle Fernseheinrichtungen. Zur Strahlenexposition der Bevölkerung durch Störstrahler liefern nur normale Fernsehgeräte einen zu berücksichtigenden Beitrag. Die mittlere Strahlenexposition der Bevölkerung durch Fernsehgeräte wird auf kleiner als 0,7 Millirem/Jahr geschätzt.

3 Berufliche Tätigkeit

Die beruflich strahlenexponierten Personen (89 127, davon 65 352 in der Medizin) gelten als spezielle Bevölkerungsgruppe, für die durch besondere Strahlenschutzvorschriften höhere Expositionswerte zugelassen sind als für die übrige Bevölkerung. Der höchstzugelassene Wert von 5 Rem/Jahr wird von weniger als 3 ‰ der überwachten Personen erreicht bzw. überschritten. Im Mittel liegt die jährliche Strahlenexposition dieser Gruppe bei etwa 100 Millirem. Die Auswirkungen der Strahlenexposition dieser Gruppe auf die mittlere genetische Strahlenexposition der Bevölkerung ist jedoch gering, da die Zahl der Personen im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung klein ist und der höchstzugelassene Expositionswert für die meisten Mitglieder dieser Gruppe wegen der Wirksamkeit der Strahlenschutzmaßnahmen nicht in Anspruch genommen wird. Die genetisch-signifikante Dosis der Gesamtbevölkerung, verursacht durch die beruflich strahlenexponierten Personen, beträgt daher weniger als 1 Millirem/Jahr.

4 Medizinische Anwendung

Über die Auswirkungen, die die Bestimmungen der am 2. September 1973 in Kraft getretenen Röntgenverordnung und die Bekanntmachung „Durchführung der Röntgenverordnung" für den Strahlenschutz haben, liegen erwartungsgemäß noch keine vollständigen Informationen vor. Sicher ist jedoch, daß die Strahlenschutzkurse, die für den Fachkundenachweis erforderlich sind, auf dem medizinischen Sektor dazu geführt haben, daß die Indikation zur Untersuchung mit Röntgenstrahlen strenger gestellt wird. Vergleiche in Hamburg, wo schon vor 15 Jahren Erhebungen über Art und Frequenz von Rönt-

genuntersuchungen durchgeführt wurden, haben ergeben, daß die mit der Röntgendiagnostik verbundene Strahlenexpedition der Keimdrüsen und damit auch die genetisch-signifikante Dosis der Bevölkerung über lange Zeiträume ansteigt und sich, wie in anderen Kulturländern, seitdem mehr als verdoppelt hat. Die mittlere genetische Strahlenexposition der Bevölkerung durch Röntgendiagnostik wird auf etwa 50 Millirem/Jahr geschätzt. Eine wissenschaftliche Untersuchung zur genaueren Bestimmung dieses Wertes ist im Gange.

Tabelle 11 gibt Werte der mittleren Keimdrüsendosis pro Untersuchung bzw. pro Aufnahme für die einzelnen Untersuchungsarten an.

In der Strahlentherapie konzentriert sich die Anwendung ionisierender Strahlen auf die Behandlung bösartiger Geschwülste. Die Behandlung gutartiger Erkrankungen dieser Art ist weitgehend durch andere Therapiemethoden ersetzt worden. Die Häufigkeit der Anwendung radioaktiver Stoffe zu diagnostischen Zwecken zeigt weiter eine steigende Tendenz. Durch die zunehmende Verwendung kurzlebiger Radionuklide ist die Strahlenexposition der Patienten trotzdem deutlich verringert worden. Die mittlere Strahlenexposition der Bevölkerung durch Strahlentherapie und Nuklearmedizin beträgt jeweils rund 0,5 Millirem/Jahr.

Die Anwendung von im Körper des Patienten implantierten Herzschrittmachern mit Radionuklid-Batterien beschränkt sich auf diejenigen Fälle, bei denen die mit der Krankheit zusammenhängende Lebenserwartung deutlich über fünf Jahren liegt. Die Weiterentwicklung leistungsfähiger langlebiger chemischer Batterien dürfte die Indikation zur Implantation von mit Radionuklidbatterien betriebenen Herzschrittmachern weiter einschränken. Für die Strahlenexposition der Bevölkerung ist diese Verwendung von radioaktiven Stoffen ohne Bedeutung. Die Patienten, die Herzschrittmacher mit Radionuklidbatterien tragen, werden laufend überwacht.

5 Strahlenunfälle und besondere Vorkommnisse

Strahlenunfälle, bei denen Schäden am Menschen festgestellt werden konnten, sind in der Bundesrepublik Deutschland wegen der strengen Regelungen im Atomgesetz und den Strahlenschutzverordnungen außerordentlich selten. So erfaßt z. B. eine Zusammenstellung über Berufserkrankungen durch Einwirkungen ionisierender Strahlung und radioaktiver Stoffe in der Bundesrepublik Deutschland im Beobachtungszeitraum von 1953 bis 1969 insgesamt 151 Personen, deren Erkrankungen als Berufserkrankung durch Strahleneinwirkung — vor allem durch Röntgenstrahlen — anerkannt wurden. Strahlenunfälle kommen nur bei gröblicher Mißachtung der bestehenden Vorschriften, einschließlich der Unfallverhütungsvorschriften, vor. Im Jahr 1974 sind drei Schadensfälle bei der Anwendung von Röntgenstrahlen und ein Schadensfall bei der Verwendung von radioaktiven Stoffen zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung gemeldet worden. An den beteiligten Personen konnten bisher keine bleibenden gesundheitlichen Schäden infolge dieser Strahlenunfälle festgestellt werden. In kerntechnischen Anlagen haben sich im Jahr 1974 keine Strahlenunfälle ereignet.

6 Kernwaffenversuche

Im Berichtsjahr haben sieben Kernwaffenversuche auf der südlichen Hemisphäre in der Atmosphäre stattgefunden. Indien hat seinen ersten unterirdischen Versuch durchgeführt. Diese Explosionen haben zu keiner Änderung der seit 1966 in beiden Hemisphären der Erde zu beobachtenden Minderung der Strahlenexposition der Bevölkerung durch Kernwaffenversuche geführt. Der Anteil von Strontium-90 und Cäsium-137 am „Fall-out" erreichte im Jahre 1974 seinen niedrigsten Wert seit Inkrafttreten des Vertrages über die Einstellung von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser (1963).

Kurzlebige Radionuklide, die vor allem aus Kernwaffenversuchen des Jahres 1974 stammen, konnten an verschiedenen Stellen mehrfach nachgewiesen werden.

III. Zusammenfassende Beurteilung

Die Werte der Strahlenexposition der Bevölkerung durch Umweltradioaktivität haben sich gegenüber dem Vorjahr nicht wesentlich geändert. Eine Zusammenstellung der Anteile aus den einzelnen Strahlenquellen ist in *Tabelle 1* gegeben.

Der Hauptanteil an der Gesamtexposition stammt nach wie vor aus natürlichen Strahlenquellen. Diese natürliche Strahlenexposition weist auch innerhalb der Bundesrepublik Deutschland erhebliche Unterschiede auf *(Tabelle 2)*. Es gibt keine Hinweise, daß derartig starke Schwankungen der Strahlenexposition aus natürlichen Quellen in der Bundesrepublik epidemiologisch erfaßbare Wirkungen verursachen.

Bei künstlichen Strahlenquellen ist der Hauptanteil der Strahlenexposition durch medizinische Anwendungen gegeben. Hierbei steht, wie schon früher, die Untersuchung mit Röntgenstrahlen an erster Stelle. Um das durch die Röntgenverordnung angestrebte Ziel einer Reduzierung dieser Strahlenexposition zu erreichen, bedarf es in den nächsten Jahren weiterer umfangreicher Maßnahmen, insbesondere zur Aus- und Weiterbildung sowie zur technischen Weiterentwicklung.

Die berechneten Höchstwerte der Strahlenexposition in der unmittelbaren Umgebung kerntechnischer Anlagen sind allgemein so niedrig, daß sie innerhalb des Bereichs der Schwankungen der natürlichen Umgebungsstrahlung liegen. Die Summierung aller Beiträge der kerntechnischen Anlagen zur Strahlenbelastung der Bevölkerung ergibt eine deutlich unter 1 Millirem/Jahr liegende mittlere Bevölkerungsdosis. Die zusätzliche mittlere Strahlenexposition durch die friedliche Nutzung der Kernenergie beträgt somit deutlich weniger als 1 % der natürlichen Strahlenexposition. Die Anwendung von

Röntgenstrahlen und radioaktiven Stoffen zu technischen Zwecken ist durch die Erste Strahlenschutzverordnung und die Röntgenverordnung auf das dringend notwendige Maß beschränkt worden. Strahlung wird nur in denjenigen Fällen angewandt, in denen keine gleichwertige Methode zur Verfügung steht bzw. ein ausreichender Schutz für die Beschäftigten in diesem Arbeitsprozeß gewärleistet ist.

Aus den Kernwaffenversuchen der sechziger Jahre lassen sich immer noch langlebige Radionuklide in den Lebensmitteln nachweisen. Kurzlebige Radionuklide, wie z. B. Jod-131, Strontium-89 und Zirkon/Niob-95, die von den Kernwaffenversuchen des letzten Jahres stammen, konnten trotz regelmäßiger Überwachung nur vereinzelt und in geringen Konzentrationen in Nahrungsmitteln festgestellt werden.

IV. Maßnahmen

Die Sammlung von Daten und deren Auswertung hinsichtlich der Strahlenexposition des einzelnen und der Bevölkerung durch Quellen ionisierender Strahlung sowohl von außen als auch durch Aufnahme radioaktiver Stoffe in den Körper muß sicherstellen, daß alle möglichen Emittenten lückenlos erfaßt werden, insbesondere bei denjenigen Anlagen, die radioaktive Stoffe an die nähere und weitere Umgebung abgeben. Bei den kerntechnischen Anlagen und anderen Stellen, die radioaktive Stoffe in die Umgebung abgeben, müssen die für die Strahlenexposition der Bevölkerung wesentlichen Einzelnuklide ermittelt werden. Hierzu soll ein Kataster über die abgegebene Aktivität der für die Strahlenexposition relevanten Nuklide sämtlicher Emittenten erstellt werden. Die Kenntnis der Daten gibt die Möglichkeit, jederzeit in bestimmten Einzugsgebieten gezielte radioökologische Untersuchungen durchzuführen und ggf. erforderliche Beschränkungen der Emissionen einzuleiten.

Die ständige Zunahme der Anzahl der Beschäftigten in Betrieben, die mit ionisierender Strahlung bzw. radioaktiven Stoffen umgehen, macht es erforderlich, Überwachungsverfahren zur Ermittlung der Strahlenexposition dieser Personengruppe zu vereinheitlichen und zu verbessern. Eine zentrale Sammlung aller während der gesamten beruflichen Tätigkeit des einzelnen anfallenden Daten unabhängig vom Arbeitsplatz bietet sich an.

Die 1974 erneut aufgenommenen umfangreichen Untersuchungen über die Strahlenexposition der Bevölkerung durch Anwendung ionisierender Strahlung in der Medizin zeigen, daß bei ein und derselben Anwendung je nach Untersuchungs- bzw. Behandlungsart erhebliche Unterschiede in der Strahlenexposition auftreten können. Da diese Anwendungen nach wie vor den Hauptanteil der zivilisatorisch bedingten Strahlenexposition ausmachen, ist es dringend notwendig, die Aus- und Weiterbildung der Anwender zu verbessern. Ebenso wichtig ist die Weiterentwicklung von Geräten und Diagnosemethoden, die eine erhöhte Nachweisempfindlichkeit haben, damit die Strahlenexposition so gering wie möglich gehalten werden kann.

Bei Störfällen und besonderen Vorkommnissen ist es erforderlich, die Berichterstattung nach einheitlichen Gesichtspunkten in die Wege zu leiten, um vergleichbare Angaben über die Ursache von technischen Störungen zu erhalten.

Neben der Röntgenverordnung wird auch die Novellierung der Strahlenschutzverordnung dazu beitragen, die Strahlenexposition durch künstliche Strahlenquellen zu verringern. Im Rahmen dieser Novellierung sollen die bei der Abgabe radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen in die Umgebung einzuhaltenden Grenzwerte teilweise herabgesetzt werden. Diese Maßnahme wird dazu beitragen, daß trotz der im Energieprogramm vorgesehenen verstärkten Nutzung der Kernenergie die mittlere Strahlenexposition der Bevölkerung durch kerntechnische Anlagen auch in den nächsten Jahrzehnten deutlich unter 1 % der natürlichen Strahlenexposition bleiben wird.

Tabelle 1

Mittlere genetische Strahlenexposition des Menschen in der Bundesrepublik Deutschland 1974

(Stand: Juli 1975)

Nr.			
1	Natürliche Strahlenexposition		ca. 110 mrem/a
1.1	durch kosmische Strahlung in Meereshöhe	ca. 30 mrem/a	
1.2	durch terrestrische Strahlung von außen	ca. 60 mrem/a	
	bei Aufenthalt im Freien	ca. 50 mrem/a	
	bei dauerndem Aufenthalt in Häusern	ca. 70 mrem/a	
1.3	durch inkorporierte radioaktive Stoffe	ca. 20 mrem/a	
2	Künstliche Strahlenexposition		ca. 60 mrem/a
2.1	durch kerntechnische Anlagen	< 1 mrem/a	
2.2	Verwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung in Forschung und Technik	< 2 mrem/a	
2.2.1	durch technische Strahlenquellen	< 1 mrem/a	
2.2.2	durch Industrieprodukte	< 1 mrem/a	
2.2.3	durch Störstrahler	< 1 mrem/a	
2.3	beruflich strahlenexponierte Personen (Beitrag zur mittleren Strahlenexposition des Menschen)	< 1 mrem/a	
2.4	durch Anwendung ionisierender Strahlen und radioaktiver Stoffe in der Medizin	ca. 50 mrem/a	
2.4.1	Röntgendiagnostik	ca. 50 mrem/a	
2.4.2	Strahlentherapie	ca. 0,5 mrem/a	
2.4.3	Nuklearmedizin	ca. 0,5 mrem/a	
2.5	Strahlenunfälle und besondere Vorkommnisse	0	
2.6	durch Fall-out von Kernwaffenversuchen	< 8 mrem/a	
2.6.1	von außen im Freien — unabgeschirmt	< 8 mrem/a	
2.6.2	durch inkorporierte radioaktive Stoffe	< 0,6 mrem/a	

Tabelle 2

Terrestrische Strahlenexposition in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland in mrem/a

Land	im Freien (Mittelwert)	in Wohnungen *) (Mittelwert)
Baden-Württemberg	54	69
Bayern	60	74
Berlin	51	61
Bremen	37	46
Hamburg	49	49
Hessen	53	79
Niedersachsen	42	57
Nordrhein-Westfalen	52	67
Rheinland-Pfalz	60	88
Saarland	69	106
Schleswig-Holstein	50	53
gesamt	52	70

*) Wohnungsmittelwerte aus allen Räumen einer Wohnung

Tabelle 3

Mittlere Abweichung der Strahlenexposition in Wohnungen zu der im Freien durch den unterschiedlichen Anteil natürlicher radioaktiver Stoffe in Baumaterialien

1. *gegliedert nach dem Haustyp*

Haustyp	Unterschied
Massivhäuser	+36 %
Fachwerkhäuser	+33 %
Fertighäuser (Leichtbau)	− 6 %
Holzhäuser	+ 2 %

2. *gegliedert nach dem Baumaterial*

Baumaterial	Unterschied
Bimsstein	+51 %
Schlackenstein	+47 %
Ziegel	+36 %
Klinker	+34 %
Naturstein	+34 %
Lehm	+32 %
Kalksandstein	+24 %
Beton	+24 %
Blähbeton	+18 %
Holz	− 4 %

Tabelle 4

Übersicht über die Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland

Kernkraftwerk	Jahr der Inbetriebnahme	Leistung (MWel)
Kahl	1961	15
MZFR — Karlsruhe	1966	58
Gundremmingen	1966	250
AVR — Jülich	1968	15
Lingen	1968	252
Obrigheim	1968	345
Stade	1972	662
Würgassen	1972	670
KNK — Karlsruhe	1973	21
Biblis A	1974	1 204

Tabelle 5

Jahresabgabe radioaktiver Stoffe aus Kernkraftwerken [1]) 1974

	Kahl	Gundremmingen	Lingen	Obrigheim	Stade	Würgassen	Biblis
I. Abluft							
1. Radioaktive Gase (Ci/a)							
a) Gesamt-Jahresabgabe ..	1 000	4 200	9 500	14 000	900	52	62
b) Anteil der Abgasanlage ..	ca. 10	ca. 2 100	58	4 400	130	<1	ca. 9
2. Radioaktive Aerosole (mCi/a)							
a) kurzlebige	17	5 400	800	8,3	<200	310	1,2
b) langlebige	ca. 1,0	2	6	24	14	13	0,76
3. Jod-131 (mCi/a)	3,1	120	2,5	4,9	11	<0,7	0,06
4. Tritium (Ci/a)	ca. 200			12	11		
II. Abwasser							
1. Tritium (Ci/a)	7,9	220	9,0	150	32	3,6	8,3
2. Andere Radionuklide (Ci/a) ..	0,006	1,0	0,014	2,1	0,15	1,0	0,32

[1]) Die Jahresangaben von MZFR, KNK und AVR sind in den Abgabewerten der Kernforschungszentren Karlsruhe und Jülich enthalten (Tabelle 6).

Tabelle 6

Jahresabgaben radioaktiver Stoffe aus Kernforschungszentren und Forschungsreaktoren 1974

	GFK Karlsruhe	KFA Jülich	andere Forschungsreaktoren
I. Abluft			
1. Radioaktive Gase (Ci/a)	103 000	1 400	<550
2. Radioaktive Aerosole (Ci/a) .	0,25	64	< 1,5.10^{-6}
3. Jod-131 (mCi/a)	25,4 [1])	98	—
4. Tritium (Ci/a)	1 400	190	0,5
II. Abwasser			
1. Tritium Ci/a)	770	240	< 0,1
2. Andere Radionuklide (mCi/a)	240	470	<150

[1]) einschließlich Jod-129

Tabelle 7

Strahlenexposition im Jahre 1974 in der Umgebung von Kernkraftwerken durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Abluft

	Maximale Strahlenexposition (mrem/a) durch				Mittlere Keimdrüsenexposition (mrem/a) der Bevölkerung im Umkreis von	
	γ-Submersion (Ganzkörperdosis)	β-Submersion (Hautdosis)	Jod-Inhalation (Schilddrüse — Kleinkind)	Jod-Ingestion (Schilddrüse — Kleinkind)	0 bis 3 km	0 bis 20 km
Kahl	0,2	0,09	0,001	0,3	0,004	<0,001
Gundremmingen	0,7	0,2	0,02	7	0,02	0,004
Lingen	0,7	0,09	<0,001	0,03	0,03	0,003
Obrigheim	0,6	2,6	0,001	2,7	0,02	0,003
Stade	0,01	0,01	0,001	0,4	<0,001	<0,001
Würgassen	0,02	0,02	0,001	0,3	<0,001	<0,001
Biblis	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001	<0,001

Tabelle 8

Strahlenexposition durch Abgaben radioaktiver Stoffe in Gewässer 1974

Name, Standort der Anlage (Vorfluter)	Berechnete Ganzkörperdosis (mrem) 1974					
	Bevölkerung im Einwirkungsbereich			Maximale Exposition von Einzelpersonen		
	Trinkwasser	Fisch	Gesamt	Trinkwasser	Fisch	**Gesamt**
A. Kernkraftwerke						
Kahl (Main)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02
Gundremmingen (Donau)	0,01	0,01	0,02	0,01	0,20	0,2
Lingen (Ems)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Obrigheim (Neckar)	0,02	0,04	0,06	0,02	0,9	0,9
Stade (Elbe)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02
Würgassen (Weser)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,1
Biblis A (Rhein)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
B. Kernforschungszentren und Forschungsreaktoren						
KFA Jülich (Rur)		keine Nutzung			keine Nutzung	
GfK Karlsruhe (Altrhein/Rhein)	<0,01	0,25	0,3	<0,01	2	2
andere Forschungsreaktoren	<0,01	<0,03	<0,03	<0,01	<0,1	<0,1

Tabelle 9

Strahlenexposition im Jahre 1974 in der Umgebung der Kernforschungszentren durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Abluft

	maximale Strahlenexposition *) (mrem/a) durch				Mittlere Keimdrüsenexposition (mrem/a) der Bevölkerung im Umkreis von	
	γ-Submersion (Ganzkörperdosis)	β-Submersion Hautdosis)	Jod-Inhalation (Schilddrüse — Kleinkind)	Jod-Ingestion (Schilddrüse — Kleinkind)	0 bis 3 km	0 bis 20 km
KFA Jülich	0,4	0,3	0,25	35	<0,2	<0,02
GfK Karlsruhe	13	3,7	0,025	55	<0,45	<0,1

*) für den ungünstigen Punkt berechnete Werte

Tabelle 10

Beispiele für die Verwendung von Industrieprodukten in Forschung und Technik

Produkt	Beispiele	Hauptsächlich verwendete Radionuklide
I. Gebrauchsgegenstände		
Geräte, die Leuchtfarben enthalten	Skalen und Zeiger bei Uhren, Kompassen, Luftfahrzeug-Instrumenten	H 3, Pm 147
Elektronische Bauteile und elektrotechnische Geräte	Elektronenröhren; Überspannungsableiter	H 3, Co 60, Kr 85, Cs 137, Pm 147
Keramische Gegenstände, Glaswaren und Legierungen	Uranfarben für Kacheln und Porzellane; Optische Linsen; Magnesium-Thorium-Legierungen	Natürliches oder abgereichertes Uran; natürliches Thorium
II. Bauartzugelassene Vorrichtungen		
Gas- und Aerosol-Detektoren	Rauch- und Feuermelder	Ra 226, Am 241
Antistatika	Diverse Vorrichtungen für Verhinderung von Aufladungen	Ra 226, Am 241
Vorrichtungen mit Tritiumgasleuchtröhren	Meßgeräte, Notbeleuchtungen	H 3
Andere Produkte, wissenschaftliche Instrumente	Prüfstrahler; Gaschromatographen	verschiedene Radionuklide

Tabelle 11

Mittlere Keimdrüsendosis in mR (pro Untersuchung bzw. Aufnahme aufgrund verschiedener Veröffentlichungen)

	Frauen	Männer
Hüfte und Oberschenkel (oberes Drittel)	120 bis 260	710 bis 1 120
Oberschenkel (mittleres und unteres Drittel)	1 bis 35	30 bis 830
Beckengegend	160 bis 405	190 bis 1 100
Lumbosacraler Übergang	120 bis 490	20 bis 940
Lendenwirbelsäule	120 bis 490	20 bis 940
Brustwirbelsäule	3 bis 12	2 bis 8
intravenöse Nierendarstellung	200 bis 925	70 bis 1 240
retrograde Nierendarstellung	200 bis 656	70 bis 1 040
Blasen- und Urethra-Darstellung	230 bis 1 940	90 bis 3 700
Abdominal-Aufnahme	50 bis 11 50	50 bis 1 360
Kontrasteinlauf	10 bis 2 900	40 bis 820
Magen- und Dünndarm-Darstellung	10 bis 340	6 bis 44
Gallenblasenaufnahme	5 bis 300	0,6 bis 9,5
Lungendurchleuchtung	0,5 bis 6	0,25 bis 1,2
Lungen-Aufnahme	0,1 bis 6	0,04 bis 1,8
Sternum, Rippen, Schulter	0,1 bis 4	0,2 bis 0,7
Arm und Hand	0,03 bis 2,2	0,1 bis 4,7
Unterschenkel und Fußaufnahme	0,01 bis <10	0,6 bis <10
Schädel-Aufnahme	0,05 bis <10	0,2 bis <10
Halswirbel-Aufnahme	0,06 bis 1,9	0,2 bis 1
Schirmbild-Aufnahme	0,02 bis 3	0,05 bis 0,7
Hysterosalpingographie	310 bis 2 600	
Schwangerschaftsaufnahme	260 bis 660	
Mammographie	<10	

